

Neuere Versuche von *H. du Bois* und *H. Rubens*, eine verbesserte und erweiterte Wiederholung ihrer älteren Arbeiten, haben die Zahl dieser Beweise vermehrt. Sie zeigen, daß lange ultrarote Wellen durch Metallgitter genau ebenso beeinflußt werden, wie elektrische Wellen unter analogen Verhältnissen. Diese Versuche bilden das vollständige Seitenstück zu den Arbeiten von *H. Hertz* über die Polarisierung elektrischer Wellen durch Drahtgitter. Es gelingt z. B., Wellen von 100 μ durch ein Gitter aus 50 μ voneinander entfernten feinen Drähten vollständig *linear* zu polarisieren, und zwar im gleichen Sinne, wie elektrische Wellen.

Dieselben Autoren zeigten, daß ein Auerstrumpf, der nur aus dünnen vertikalen Fäden besteht, partiell polarisierte langwellige Strahlung aussendet, entsprechend einem Überwiegen der in der Fadenrichtung liegenden Komponente des elektrischen Vektors.

Eine völlige Übereinstimmung mit der elektromagnetischen Theorie des Lichtes haben auch die neuesten Versuche von *E. Hagen* und *H. Rubens* über das *Reflexions- und Emissionsvermögen der Metalle* im langwelligen Ultrarot ergeben. Die Theorie fordert für lange Wellen die Gültigkeit der Beziehung

$$E = 100 - R = 36,5 \sqrt{\frac{W}{\lambda}} - 6,67 \frac{W}{\lambda} + \dots$$

(E = prozentisches Emissionsvermögen, bezogen auf den schwarzen Körper, R = prozentisches Reflexionsvermögen, W = spezifischer Widerstand, bezogen auf einen Draht von 1 m Länge und 1 qmm Querschnitt, λ = Wellenlänge). Kleine Glieder höherer Ordnung sind in der Gleichung fortgelassen. Die genannten Autoren zeigten, daß bei 8,8 μ die Abhängigkeit des Emissions- resp. Reflexionsvermögens der verschiedensten Metalle von der Temperatur zwar dem Temperaturkoeffizienten des Widerstandes entspricht, die Werte der Emissionsvermögen aber allgemein um etwa 20 % kleiner sind als obige Gleichung fordert, daß aber bei 26 μ auch die Absolutwerte der Emissions- und Reflexionsvermögen der Metalle zwischen 100° und 500° durch die Formel richtig wiedergegeben werden.

Im vorstehenden sind aus der reichen Fülle der in den letzten Jahren im Gebiet des ultraroten Spektrums geleisteten Arbeit die wichtigsten Resultate herausgegriffen worden. Es sei zum Schluß nur noch erwähnt, daß die neueste und zurzeit wohl zuverlässigste Bestimmung der meist mit c_2 bezeichneten Konstanten des *Planckschen Strahlungsgesetzes*, die kürzlich durch *E. Warburg* und seine Mitarbeiter ausgeführt worden ist, auf außerordentlich sorgfältigen Energiemessungen an Wellenlängen beruht, die zum größten Teil im kurzwelligen Ultrarot liegen.

Scientific Management

Von Ingenieur Fritz Röll, Aue.

Unter dem Kennwort „Scientific Management“, verdeutsch: „wissenschaftliche Betriebsführung“ oder auch nach ihrem Erfinder *Fred. W. Taylor* kurz „Taylor-System“ genannt, ist von den Vereinigten Staaten von Amerika eine Bewegung zu uns herüber gekommen, die zunächst einen lebhaften Widerhall in den technisch-industriellen Kreisen fand, die aber außerdem berufen ist, das Interesse des Nationalökonomen ebenso wie dasjenige des Naturwissenschaftlers zu erwecken.

Der überaus staunenerregende Aufschwung der Technik ist nur in der ersten Zeit den empirischen Weg gegangen und würde nie die heutige Höhe erreicht haben, wenn nicht die wissenschaftliche Theorie, die sich bald der Praxis überlegen zeigte, sich führend an die Spitze aller technischen Forschungen und Arbeiten gestellt hätte. Die Technik entlieh ihre geistigen Werkzeuge den Rüstkammern der mathematischen, physikalischen und chemischen Wissenschaften, und so erst wurde sie befähigt, die Vollkommenheit zu erlangen, die wir heute in allen ihren Werken bewundern.

Bisher diente die wissenschaftliche Methode in der Technik lediglich dem einen Endzweck: der Konstruktion. Sei es, daß durch eingehende strenge Untersuchungen die für die Konstruktion günstigsten Bedingungen festgestellt wurden oder aber, daß durch Erforschung der in Frage kommenden und mitwirkenden Naturvorgänge für weitere konstruktive Tätigkeit eine sichere Grundlage geschaffen wurde, stets war die zu schaffende Konstruktion direkt oder indirekt das Ziel technisch-wissenschaftlichen Denkens.

Während auf diese Weise der konstruktiven und rechnenden Tätigkeit eine strenge Kontrolle entstand, blieb der Arbeitsvorgang des die Konstruktion ausführenden Arbeiters unbeobachtet. Durch die verschiedensten Lohnungsarten suchte man ihn zu veranlassen, ein Maximum an Arbeit bei kürzestem Zeitaufwand zu leisten, indessen das Wie? blieb ihm überlassen. Er benutzte die erlernten Arbeitsmethoden und wurde in ihrer Anwendung nicht gestört. Erst die preisdrückende Wirkung der Konkurrenz einerseits und die steigenden Löhne andererseits sowie die Erkenntnis, daß durch eine weitere Vervollkommnung der hochentwickelten Werkzeugmaschine nur noch schwer ein ausschlaggebender Vorsprung zu erreichen ist, wurden die Veranlassung, dem bisher vernachlässigten Studium der menschlichen Arbeitsleistung, soweit sie bei dem im Dienste der Technik tätigen Arbeiter in Frage kommt, näher zu treten. Der Arbeiter selbst und die von ihm betriebene Arbeitstätigkeit mußten bis zum kleinsten Bruchteil dieser Arbeit Objekte strengster wissenschaftlicher Untersuchungen werden.

Der erste, der diesen Weg erfolgreich beschritt, war der Amerikaner *Fred. W. Taylor*, der Erfinder des Schnelldrehstahles.

Schon vor *Taylor* waren Untersuchungen angestellt worden, um einen Maßstab für die menschliche Arbeitsleistung zu finden. Es war der Energieaufwand festgestellt worden, den ein Arbeiter beim Drehen einer Kurbel, beim Heben einer Last oder beim belasteten Gehen zu leisten hat. Indessen, so wertvoll diese Untersuchungen für die physiologische Forschung sind, für das in Frage stehende Forschungsgebiet erwiesen sie sich als unzulänglich.

Taylor begann seinen eigenen Weg zu gehen. Als Objekt diente ihm ein kräftiger Arbeiter, der bei der Bethlehem Steel Co. Roheisenbarren zu verladen hatte. Dieser Mann verlud vor Beginn der Studien $12\frac{1}{2}$ t Eisen im Tag, eine Menge, die der durchschnittlichen Leistung der mit ihm beschäftigten Arbeiter entsprach. *Taylor* begann den Arbeitsvorgang von dem Augenblick, in dem der Arbeiter sich niederbeugte, um den Barren zu erfassen, bis zu jenem, in dem das Eisenstück seinen Platz im Wagen gefunden hatte und der Arbeiter zu seiner Anfangsstellung zurückgekehrt war, mit Hilfe der Stopp- oder Stechuhr in seine Zeit- und Bewegungselemente zu zerlegen. So gewann er die „Zeitstudie“, die die Grundlage für die weitere Untersuchung abgab. Die Elemente dieser Zeitstudie wurden nun auf ihren Wirkungsgrad einzeln geprüft, d. h. es wurde jeder überflüssigen Bewegung einerseits und jeder Kraftvergeudung, so klein und unerheblich sie auch scheinen mochte, anderseits, nachgespürt, sie wurden aus der Registrierung der Zeitstudie gestrichen und die so gefundenen, durch einen denkbar günstigsten Wirkungsgrad gekennzeichneten Arbeits- und Bewegungselemente wurden wieder zu einer Gesamt-Arbeitsleistung zusammengestellt, die nun ihrerseits den höchst erreichbaren Gesamtwirkungsgrad besaß. In derselben sinngemäßen Weise, wie Bewegung und Kraftaufwand, wurden die Ruhepausen verteilt, um eine Erschlaffung des Arbeitenden zu vermeiden.

Bis hierher war der Untersuchende lediglich auf seinen Scharfsinn und die Exaktheit seiner Methode angewiesen. Nun begann der weit schwerere Teil seiner Arbeit: es galt, den Arbeiter anzuleiten, daß er seinen Arbeitsvorgang auch streng nach dem derart vorgedachten Arbeitsplan durchführt. Die zu überwindenden Schwierigkeiten sind begründet einerseits durch mangelnde Einsicht des Arbeiters, anderseits durch ein gewisses Beharrungsvermögen, hervorgerufen durch die dauernde Gewöhnung an eine falsche, unrationelle Arbeitsweise. Indessen wurde das Ziel erreicht, und es gelang, nach vorausgegangener Auslese, eine größere Anzahl Arbeiter in der gewünschten Weise auszubilden. Und der Erfolg? Dieselben Arbeiter, deren Höchstleistung bisher ca. $12\frac{1}{2}$ t am Tage war, verluden nunmehr ca. 47 t am Tage, ohne daß eine größere Ermüdung als

früher festgestellt werden konnte. Ihr Tagelohn erhöhte sich daraufhin von 1,15 Dollar auf 1,85 Dollar. Sie erzielten also eine dauernde Lohnerhöhung von 60 % und hatten dabei nichts weiter zu tun, als sich ein für allemal an die neue Arbeitsmethode zu gewöhnen. Die Energieabgabe des Mannes war indessen nicht vergrößert worden, es war lediglich jener Teil der Kraftentäußerung, der nutzlos geschah, in einen produktiven übergeleitet worden.

Bei allen jenen gröberen Arbeiten, wie beim Verladen von Gütern oder beim Aufführen einer Mauer, bei denen also die einzelnen Bewegungs- und Arbeitselemente noch mit Hilfe der menschlichen Sinne voneinander getrennt werden können, genügt die Stoppuhr, um die „Zeitstudie“ aufstellen zu können. Anders verhält es sich bei jenen Arbeiten, bei denen die Bewegungsfolge eine raschere ist, die einzelnen Bewegungen schneller ineinander übergehen, und der erforderliche Kraftaufwand nicht mehr mit Hilfe der Wage bestimmbar ist. Z. B. beim Befeilen eines Eisenstückes. Hier finden mehr oder weniger komplizierte Meßinstrumente, die eigens dem jeweiligen Arbeitsvorgang entsprechend konstruiert sind, Anwendung. Um die Verteilung der Kraft bei der Tätigkeit des Feilens zergliedern, feststellen und registrieren zu können, bekommt der Arbeiter eine Feile in die Hand, die am vorderen und hinteren Ende, da, wo die Hände des Arbeiters anfassen, eine Auflage besitzt, unter der je ein Gummiball untergebracht ist. Diese Bälle sind durch Gummischläuche mit Schreibapparaten verbunden, die auf die Trommel eines selbsttätig bewegten Registrierapparates schreiben. Während des Feilstriches ändert sich der Druck, mit dem die Hände des Arbeiters am vorderen und hinteren Ende der Feile aufliegen, hierdurch wird ein mehr oder weniger starkes Zusammendrücken der beiden Gummibälle bewirkt, und die Druckschwankungen finden ihren Ausdruck in der Kurve, die der Schreibapparat auf der selbsttätig rotierenden Trommel aufzeichnet. Auch die Länge der einzelnen Feilstriche wird gemessen und registriert. Dies wird erreicht durch eine Schnur, die nach dem dem Schraubstock entgegengesetzten Ende der Feilbank verläuft, dort über eine Rolle geleitet wird und an ihrem Ende ein Gewicht trägt, das beim Feilen auf und nieder bewegt wird. Mit Hilfe dieser Anordnung wird die Länge des Feilstriches und weiterhin der hierbei überwundene Druck aufgezeichnet. Um nun endlich die so gefundenen Bewegungs- und Kraftdiagramme mit der Zeiteinheit in Beziehung zu bringen, ist ein Metronom aufgestellt, dessen Schläge durch Schnur und Hebel ebenfalls auf der Trommel registriert werden.

Man erhält auf diese Weise auf der Registrier-trommel 7 Kurven: 1. die registrierten Schläge des Metronoms, 2. und 3. die Wagerecht- und Senkrechtkomponente der Druckentfaltung der

linken Hand, 4. und 5. dieselben der rechten Hand, 6. die Druckschwankungen auf den Schraubstock und 7. die Längsbewegungen der Feile. Der immerhin komplizierte Vorgang des Feilens ist somit nach allen praktisch interessierenden Richtungen hin zerlegt, jede einzelne mitwirkende Komponente ist in ihrem Verlauf genau übersichtlich registriert, und die gewonnenen Diagramme ermöglichen ein eingehendes Studium und strengste Kritik. Zugleich ist ein Maßstab gefunden, um genau und einwandfrei die Leistungsfähigkeit des einzelnen Arbeiters feststellen und ihn auf Grund dieser Feststellung gerecht entlohnen zu können, da nunmehr der tatsächlich aufgebrauchte Energieaufwand in zuverlässigster Weise kontrolliert werden kann.

Handelt es sich um Arbeitsleistungen, bei denen der Kraftaufwand gegenüber der manuellen Fertigkeit bedeutungslos ist, z. B. beim Drehen von Zigaretten, beim Einwickeln von Farbstücken usw., so wird man sich mit großem Vorteil der kinematographischen Methode bedienen. Der Arbeitsvorgang wird mit Hilfe eines Kinematographen aufgenommen, der je nach der Schnelligkeit, mit der die Hände des Arbeitenden sich zu bewegen haben, eine größere oder kleinere Anzahl Bilder in der Zeiteinheit herstellt. Die derart gewonnenen Bilder werden zusammengestellt, und die Gesamtaufnahme gestattet dann, die kleinsten Ungeschicklichkeiten im Arbeitsvorgang aufzufinden.

Welche Methode nun auch zur Gewinnung der Zeitstudie angewendet werden mag, der Erfolg ist stets ein verblüffender gewesen. *Gilbreth*, ein Freund *Taylors*, beobachtete auf der englisch-japanischen Ausstellung in London eine kleine Japanerin, die in einem Zeitraum von 40 Sekunden 24 Streichholzschachteln mit Firmenzetteln beklebte. Nachdem er die Zeitstudie aufgestellt und den Arbeitsvorgang analysiert hatte, leitete er das Mädchen an, nach dem von ihm korrigierten Bewegungsplan zu arbeiten. Der Erfolg war, daß das Mädchen, welches vorher zu 24 Schachteln 40 Sekunden benötigt hatte, nunmehr dauernd 20 Sekunden zu derselben Anzahl Schachteln gebrauchte.

Wir sehen also, daß es sich bei dem wissenschaftlichen Teil des in Frage stehenden *Taylor*-Systems darum handelt, zunächst jeden Teil der Arbeit vor seiner Ausführung zu analysieren, sodann zu bestimmen, wie er mit einem Mindestmaß von Bewegung, Kraft und Zeitbeanspruchung ausgeführt werden kann und endlich den Arbeiter anzuleiten, die Arbeit in der Weise auszuführen, wie sie als wirksamste ausfindig gemacht worden ist.

Daß dieses System, welches am besten zu kennzeichnen ist als „die Geistesrichtung, welche bewußtmaßen die Übertragung der Geschicklichkeit auf alle Tätigkeiten der Industrie erstrebt“, sich weiter auf die Leitung der Betriebe ausdehnt und auf die in ihnen am zweckmäßig-

sten vorzunehmenden Arbeitsteilungen, daß es weiterhin mit Erfolg herangezogen werden kann, um unter den Arbeitern jene herauszulesen, die für eine bestimmte Arbeit die beste Eignung besitzen, das alles interessiert hier nicht. Es kam hier lediglich darauf an, festzustellen, inwieweit das neue *Taylor*-system als wissenschaftliche Methode angesprochen werden kann.

Um indessen noch kurz die Bedeutung dieser neuen Bewegung zu charakterisieren, sei darauf hingewiesen, daß in den Vereinigten Staaten bereits eine Reihe großer und einflußreicher Unternehmungen nach dem *Taylor*-system organisiert sind und daß die Auergesellschaft in Berlin, wie verlautet, den Mitarbeiter *Taylors*, *Gilbreth*, unter Beihilfe von mehreren Assistenten das *Taylor*-system in ihren Werken einführen läßt, und ferner, daß die optische Werkstätte Carl Zeiß in Jena ihr Interesse dem *Taylor*-system zuwendet.

Die Chronologie des Zelltodes bei Warmblütern.

Von Prof. Dr. A. Pütter, Bonn.

Wenn eine berühmte Persönlichkeit stirbt, so lesen wir in der Zeitung die Zeit des Todes nicht, wie bei gewöhnlichen Sterblichen, auf halbe oder viertel Stunden genau, sondern wir bekommen die Nachricht, der Tod sei um soundsoviel Uhr und soundsoviel Minuten eingetreten, und gewinnen daraus, wie aus dem täglichen Sprachgebrauch, der von dem „Moment des Todes“ spricht, den Eindruck, als handele es sich um ein Ereignis, das zeitlich ganz scharf zu begrenzen sei. Nachdem wir uns gewöhnt haben, alle Lebenserscheinungen zellulärphysiologisch zu betrachten, müssen wir auch die Frage, wann der Tod eines Menschen eintritt, von diesem Gesichtspunkte aus behandeln und die Frage stellen: Wann sterben die einzelnen *Zellarten*, aus denen sich der Körper eines vielzelligen Organismus, speziell der menschliche Körper, aufbaut?

Der Zustand, welcher mit dem landläufigen Begriffe „Tod“ bezeichnet wird, besteht in dem dauernden Stillstand der Atmung, d. h. in dem Erlöschen der Funktion der nervösen Zentralapparate im verlängerten Mark (Kopfmark), welche die geordnete Innervation der Atemmuskeln besorgen. Haben diese Zentren auf längere Zeit ihre Tätigkeit eingestellt, so sind infolge ungenügender Versorgung mit Sauerstoff auch die Nervenzellen des Großhirns dauernd geschädigt und können nicht mehr zu neuer Tätigkeit erweckt werden.

Das ist der Zustand des „Todes“, wie wir ihn im täglichen Leben verstehen, dessen Eintritt der Arzt konstatiert und bescheinigt, der Zustand, in dem die Rechtsfähigkeit der Person aufhört: wir haben hier den *sozialen* Begriff des Todes umgrenzt.